

Title	学生達の統計についての認識の状況と科学教育の課題
Author(s)	和多, 則明
Citation	大阪外国語大学論集. 29 p.195-p.211
Issue Date	2003-09-30
oaire:version	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/79926
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

学生達の統計についての認識の状況と科学教育の課題

和多 則 明

PRESENT SITUATION OF STUDENTS' UNDERSTANDING OF STATISTICS AND PROBLEMS OF SCIENTIFIC EDUCATION TO BE SOLVED IN JAPAN

WADA Noriaki

LE NIVEAU DE CONNAISSANCE DES ETUDIANTS JAPONAIS SUR LES STATISTIQUES ET
UN PROBLEME A RESOUDRE DANS L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE AU JAPON

Cet article a pour objet d'abord de mesurer le niveau de connaissance des étudiants japonais sur l'importance des données statistiques et des moyens de la statistique, analysant les résultats des quatre enquêtes faites en classe, ensuite d'indiquer un des problèmes primordiaux à résoudre dans l'enseignement avant et après l'entrée à l'université au Japon. Puisque les données statistiques et les moyens de la statistique sont des bases de toutes les analyses scientifiques, même pour celle d'un roman ou d'un film. Mais ces résultats nous montrent le niveau très bas de connaissance des étudiants japonais malgré qu'ils aient appris trop de choses idéales sur la statistique. Ils ne savent pas surtout pourquoi il faut les données statistiques pour mettre au clair quelque ensemble de la réalité. En conséquence, ils ne peuvent pas découvrir les fautes du raisonnement sur l'ensemble qui se construit sur quelques faits quasi-exceptionnels ou subjectifs par les savants japonais. Ces ignorances des statistiques chez les savants et les étudiants doivent non seulement étouffer les pensées scientifiques des Japonais, mais aussi apporter quelque préjugé ou discrimination contre l'autre race ou le pays étranger au travers de leurs voyages à l'étranger.

— 目次 —

序論

(1)統計データの重要性についての調査

① 1・2年生に対する調査結果

② 3・4年生に対する調査結果

(2) %の意味についての調査

(3) 経験的帰納法と演繹的推論についての調査

(4) 論証批判能力についての調査

結論

序論

本稿の目的は、いくつかの調査に基づいて統計についての大学生の認識状況を明らかにすることで、現在の日本における科学教育の問題点と課題についての仮説を立てることにある。

この問題を明らかにする必要があると考えはじめた原因は、これまでの筆者の卒論指導の経験にある。その経験から言うと、社会的問題をテーマに選んだ学生が卒論を書くときに、統計データを使うことが必要であることを繰り返し伝えなければ、統計データを使うことが不可欠のときにも統計データを使うことを思いつかないことが多い。統計データを使わずに社会的問題を扱うと、多くの場合には、自分の中で想像したことを事実であるかのように書くか、これまでなんらかの形で手に入れた知識に基づいて書くことになる。学生によっては、そのようなかたちでまとめた卒論が、表面的には文章の面で整理されていて、論文としてのレベルが高いようにみえるときがあるが、実際には、他人から借りてきた知識を寄せ集めただけの卒論にすぎないことが多い。それはすでに作られた知識の上に知識の二次システムを作ることにほかならないから、社会的現実そのものについての新しい仮説の発見を含むことは少なくなる。

それだけではなくさらに、二次システムそのものが重要なミスを含むことが多い。他人が作り上げた知識を部分的に借りてきてつなぎあわせ、その上に自分なりの知識を作り上げるときに、他人の作り上げた知識そのものを批判的にとらえ、他人の知識の科学的根拠をあらためて問い直す作業がなければ、他人の知識に含まれる誤りや不十分な点がそのまま学生自身の認識として卒論の中にあらわれることになるからである。たとえば、元になっている他人の知識そのものが、十分で確かな統計的基礎を持っていないゆえに科学的認識としては誤りであるときにも、その誤りがそのまま正しいものとして学生の卒論の中に現れることになる。したがって、学生達が自分で統計データを用いることを思いつかないということだけではなく、統計データを用いていない研究者の致命的誤りに気がつかないということがもたらす結果の重要性からも、学生達の統計についての認識状況をあらためて捉え直す必要があったというのが、本稿をまとめることになった理由である。

学生達の統計についての認識の状況を明らかにするために、2002年度の筆者の担当授業においていくつかの調査を行った。本稿ではそれらの調査に基づき、学生達の統計データや統計的方法についての認識の状況を可能な限り明らかにし、現在の日本の科学教育が

持っている欠点を明確にすることで今後の科学教育の課題を探りだすことにする。

(1)統計データの重要性についての調査

高校までの教育において、高校時代に「確率・統計」の授業を履修した学生でなくても、小学時代から統計データや統計的分析方法について触れているはずである。それらの教育内容を前提として、学生達が統計データというものをどのような理由で重要と考えているかという調査を行った。調査対象として選んだのは、1・2年生が中心となっている授業と3・4年生が中心となっている授業である。そのうちまず、1・2年生が中心となっている授業で実施した調査についてみる。

①1・2年生に対する調査結果

できれば1年生のみを対象とし入学直後に実施した方が、大学入学以前の状況を把握する上で好都合であるが、カリキュラム編成上の理由などから、1・2年生のみではなく授業受講者全員を対象として、2002年6月3日に調査を行った。調査を実施した授業のタイトルは「フランス研究入門2」となっており、フランス文化への一般的で入門的な授業である。そのため、学生の専攻や志向には明確なかたよりはないと考えられる。

その授業で次のような質問を出して学生達の回答を求めた。

「統計データはなぜ重要か。」

回答した学生の総数は90人であり、その学年と所属別の内訳は表1のとおりである。

表1

	昼間主	夜間主	合 計	構成比
1 年 生	44	15	59	65.6%
2 年 生	19	6	25	27.8%
3 年 生	3	0	3	3.3%
4 年 生	2	1	3	3.3%
合 計	68	22	90	100%
構成比	75.6%	24.4%	100%	—

学年別でみると65.6%が1年生であり2年生が27.8%、比較的少数であるが3・4年生も含まれている。昼間主と夜間主の所属別では、昼間主の学生が75.6%を占め、残りが夜間主の学生である。この授業は年によっては、同じ内容で昼間主向けと夜間主向けにそれぞれ設置されているが、2002年度はひとつの授業で昼間主と夜間主両方向けに設置されて

いるため、夜間主学生の割合がその分多くなっている。夜間主学生の中には社会人の学生も含まれているため、年齢分布はより広範囲であるが、年齢層別の構成については調査していないため未知である。なお実際の授業登録者は124名である。

それら90人の学生を専攻語別にみたものが次の表2である。

表 2

単位＝人	1 年生	2 年生	3 年生	4 年生	合 計	%
フランス	37	2	0	1	40	44.4
イタリア	3	6	1	0	10	11.1
スペイン	5	3	1	0	9	10.0
ドイツ	0	4	0	0	4	4.4
ハンガリー	2	0	0	0	2	2.2
英 語	2	3	0	0	5	5.6
ポルトガル	2	0	1	1	4	4.4
スウェーデン	2	0	0	0	2	2.2
ロシア	0	0	0	1	1	1.1
中国語	1	0	0	0	1	1.1
タ イ	1	1	0	0	2	2.2
スワヒリ	1	0	0	0	1	1.1
ベトナム	1	1	0	0	2	2.2
ウルドゥ	0	1	0	0	1	1.1
ペルシア	0	1	0	0	1	1.1
トルコ	2	0	0	0	2	2.2
アラビア	2	1	0	0	3	3.3
合 計	61	23	3	3	90	100.0

フランス語関係の授業として設定されているため、フランス語専攻の学生が最も多く、44.4%を占めており、その次にイタリア語専攻の学生が多いが、人数のレベルではフランス語専攻の学生数の四分の一であり、スペイン語専攻との差は一人であるから、フランス語専攻以外は比率の違いは意味がないといえよう。加えて、フランス語専攻以外は、それら二つの専攻を含んで16専攻にまで広がっている。フランス語専攻に起因するかたよりの面を除くなら、専攻語に関係するかたよりは相対的に低いと考えられる。

それらの構成からなる90人の学生達は、先の質問に対して様々な回答を寄せている。回答数からみて比較的に多いのが、「ものごとを客観的にとらえるために必要である」という回答であるが、しかし回答としてはこれだけでは抽象的であり、この回答は統計データにだけ関係するという意味での特定性を欠いている。たとえば単純な一回限りのデータ測定であっても、また単に逆の仮説を立ててみるという行為であっても、他人とその問題について議論するということであっても、上の回答にあてはまるだろう。

質問を出したこちら側が期待していた回答は「ものごとの全体像をとらえるために不可欠であるから。」というものである。実際、感覚でとらえることが全く不可能であるにもか

かわらず，ものごとの全体像をとらえることが必要である場合がある。そのような場合には，推論によってもものごとの全体像をとらえざるをえないが，推論のひとつの不可欠の素材または推論そのものとして，統計データが位置付けられることになる。問題をより根源的に考えるならばものごとの全体像をとらえるための推論としては演繹的推論もあるが，演繹的推論にしてもそれを検証しようとするれば統計データが不可欠となると考えられるから，やはり統計データはものごとの全体をとらえるために最終的に不可欠であると言って良いと考えられる。

少なくとも「全体」というキーワードを使って回答している学生を学年別に分けてみたものが次の表3である。

表 3

	正解人数	%	95%信頼区間
1 年生	7	11.9	3.6%～20.2%
2 年生	5	20.0	4.3%～35.7%
3 年生	1	33.3	—
4 年生	1	33.3	—
合 計	14	14.2	6.7%～21.7%

表では高学年になるほど正解の割合が増加している傾向が考えられないわけではないが3・4年生については全体数が2人であることからいうと，データとしては意味がないと思われる。1・2年については，割合についての単純な計算結果からいうと，2年生の正解率は1年生の1.7倍になるから，学年との正の相関関係が想定されるが，しかし，全体数が1年生の59人に対して2年生が25人と，42.3%であるから，単純な比較はできない。

ちなみに95%の信頼区間を表からあらためて抽出してみると次のようになる。

1 年生 3.6%～20.2%

2 年生 4.3%～35.7%

この信頼区間に基づき，1年生の正解率の方が2年生のそれより低くなる最小確率を概算すると51.5%となるから，1年生の方が正解率が低い可能性が1.5ポイント多いことになる。現実には1年生の正解率の方が低い場合，その原因が，大学入学以前の教育と大学入学以後の教育の内容にあるのか，それ以外の原因によるものかはわからない。調査の項目の中に，そのことをどこで学んだかという項目を入れていれば，原因は明確になったと思われるが，今回の調査ではそこまでの回答を求めているため，明らかにすることはできない。

表の単純な計算結果が「少ない」と表現できるのか、「多い」と表現できるのかについては、このデータだけでは何も言えない。大学入学の段階で、統計データがなぜ重要かについて知らないことは、科学の基礎ができていないに等しく、高校までに知っているのが当然であると考えれば、これらのデータは少ないと評価できよう。しかし、現実には日本の教育において統計についての知識は覚えさせられても、なぜ重要かという問題にまでさかのぼって教えられていないのが当然の状況であるとすれば、教育において十分教えられていないにもかかわらず、10%を超える割合の学生が回答していることは多いといえることになる。結局は、高校までの教育にどういう基準を設定するかによることである。

そこで、とりあえず25%以下を「少ない」と定義してみることにする。その基準でみると1年生の回答率は信頼区間の幅を考えてもやはり少ないといえる。他方、2年生については必ずしも低いとは言えない場合がある。全体としてみると点推定で15.6%、区間推定でも25%以下に入り、検定の危険率1%基準でも少ないと判定できることになる。

現実的な問題に戻って考えると、大学入学時に統計データの重要性について知っているかどうかということは、後で詳述するように大学での授業内容のレベルを左右する可能性がある。なぜなら、全体像をとらえるために不可欠の統計的基礎なしに、非科学的な認識を科学的認識として学生が受けとめ、そのような非科学的認識にもとづいた大学の授業内容への批判力を失うからである。その意味では、大学入学の時点で統計データの重要性を認識している方が大学教育の科学的レベルは学生においても教師においても上がることになるから、そのような質問への回答率は高いほどいいということになる。したがって少ないという基準は25%ではなく、75%に設定されるべきであるともいえるだろう。

② 3・4年生に対する調査結果

1・2年生の回答状況と比較するために3・4年生が中心の授業でも同じ調査を2002年7月に行ったが、その対象学生の構成は次の表4のとおりである。

表 4

所 属	4 年 生	3 年 生	合 計	%
フランス語	7 人	33 人	40 人	81.6
ドイツ語	3 人	2 人	5 人	10.2
ロシア語	2 人	0	2 人	4.1
英 語	0	1 人	1 人	2.0
スワヒリ語	0	1 人	1 人	2.0
合 計	12 人	37 人	49 人	100.0%
%	24.5%	75.5%	100.0%	—

授業のタイトルは「フランス経済講義」となっているから、先の1・2年向の授業と比較すると受講学生は社会科学関係の専攻や志向にかたよっている可能性が強い。学年別の構成では、3年生が75.5%を占めている。これはこの授業を3年次に履修する学生が多い傾向があることによる。専攻語別では、フランス語専攻が81.6%であり、先の1・2年向の調査と比較するとフランス語専攻へのかたよりがより強くなっている。昼間主と夜間主の区別でみると、表では省略してあるが、実数で昼間主所属が38人であり、比率では77.6%となり、先の調査の場合より2ポイント増加しているが、先の調査と比べると3%以下の変化であるから重要な意味は持っていないと思われる。

それらの構成からなる学生に出した質問は、先の1・2年生の場合と同じく、統計データが重要である理由についての質問である。回答結果は次の表5のようになる。

表 5

	正解人数	学年全体比	全体比	95%信頼区間
4 年生	3 人	25.0%	—	3.8%～46.2%
3 年生	10 人	27.0%	—	12.7%～37.3%
合 計	13 人	—	26.5%	14.1%～38.9%

キーワードの「全体」という言葉を使ってこたえている学生の割合は、3年生の方が4年生より2ポイント高くなっているが、4年生の調査人数が3年生のその32.4%であることからみて重要な意味を持たない可能性がある。したがって、3年生と4年生の比較ということで言えることは何もないことになる。

全体としてみた場合の結果は単純計算では26.5%となり、先の1・2年生の合計が14.2%であるから、3・4年の正解率の方が1・2年のその1.9倍となる。しかし、95%の信頼区間を比較してみると重なるの部分があるから、必ずしも1・2年生の方が3・4年生よりも少ないということはいえない場合もありうることになる。そこで、3・4年生の方が多い最小確率を計算してみると、84.2%となるため、確率的には、やはり3・4年生の方の正解率が多い可能性があるといえるだろう。そしてその差の大きさは最大のケースの場合では、5.8倍になる。

それらのことからみて、ほぼ、3・4年生の方が統計の重要性について理解している割合が高いといえることになるだろう。その原因については、大学に入ってから教育に原因がある場合も考えられるとともに、授業が社会科学系の授業であり、学生達にかたよりがあることが原因である可能性も否定できず、その両方が重なって作用している可能性もある。

単純計算の結果の26.5%が先に触れた25%基準の「少ない」に含まれるかどうかについては検定などの結果からみれば無理があるから、やはり「少ない」とは呼べないと考えら

れる。しかし、1・2年生と違って大学の授業を半分履修した段階での単純計算の26.5%という値や、信頼区間の最大値の38.9%という値は「少ない」ととらえる方が適切ともいえる。

なお、この調査のように単に記憶した知識を答えるのではないような回答を求めた場合覚えた知識を答えるような試験と比べて回答の水準により大きな開きが出ることが多い。この質問についての回答についても、よくできていると思われるケースがある一方で、ほとんど回答していないケースがあり、ばらつきが大きい。最もよくできていると思われる回答は3年生のA.M.君の次のような回答である。

「これは（統計データは）おそらくどの分野においても重要であると思われる。時々、高校時代に文系の学部に入るとしても、経済学部には数学がいる、というようなことを聞いた。けれども後になってみて、実は他の文系分野でもいることがわかってきたのである。例えば、言語学の中でも実証的な分野では必要となってくる。統計データがこのように各方面で用いられている理由は、端的に言う、様々な研究対象となっている現象には、一見互いに何の関係もないと思われても、統計を活用することで、それらの具体的データからより抽象的な概念、共通点、相違点などを導き出すことが可能になり、それは学問をする際のひとつの“武器”になりうるから重要なのである。個別性から全体性の把握を行う際のひとつの有効な手段として統計データがあるのではなからうか。」

（主旨に影響しない範囲で筆者が部分的に修正してある。）

調査の実施や質問項目は事前にまったく学生に知らされていないし、また、自分自身の思考の結果をまとめていると思われるいくつかの根拠から自分の経験とそれに関する自分の思考に基づいて書いていると思われるため、この文章は回答学生の実力を示すものと考えられる。

逆の実力を示す例として典型的な回答が次のようなものである。

「様々な事象を理解するための有効な手がかりになるから。」

書いていること自体は間違っていないが、統計データだけが持つ明確な特徴にまで限定されていない意味で、統計データの重要性についてほとんど考えたことがないのではないと思われる。

以上みてきたように、主として社会科学系の学生を中心にして、統計データの重要性についての認識は、学年が進むにつれて深まっている可能性があるが、しかし、他方で、学生間のばらつきが多い可能性が強いことも言えるだろう。その状況は大学教育の最終段階である卒論の完成度の違いにつながっている可能性がある。

(2)「%」の意味についての調査

先の質問項目に比べてより初歩的な問題についての調査も行なった。それはおそらくは小学時代から慣れ親しんできたと考えられる「%」表示の意味についての調査である。質問項目は次のようなものである。

「%であらわすことのメリットとデメリットについて書くこと。」

調査を行なった授業はすでに触れた「フランス経済講義」であり、1・2年生向けの授業においては授業計画上の問題もあって実施していない。

「%」であらわすことのメリットはふたつ考えられ、ひとつは全体像が理解しやすくなるということであり、他のひとつは計算のベースが同一となることによって、他のデータとの比較がより容易になることである。それらは実際のデータをより抽象化することによってえられるメリットともいえるだろう。

学生達の回答の状況は次の表6である。

表 6

		全体像		比 較	
	解答者総数	正解者数	%	正解者数	%
4 年 生	10 人	7 人	70.0	1 人	10.0
3 年 生	30 人	17 人	56.7	5 人	16.7
合 計	40 人	24 人	60.0	6 人	15.0

ふたつの回答とも書いている学生もいるため複数回答集計となっている。4年生については人数が10人であるためデータとしてはほとんど意味を持っていない。全体の集計については、全体像が理解しやすくなるという主旨の回答をしている学生は24人であり、回答者数全体の60%にあたる。95%の信頼区間を計算してみると、45%から75%の範囲となるから、前章の調査結果とくらべて高くなっている。おそらくは、この問題は前章の問題と比べるならば、より具体的な問題であり、また学生達の経験にもあることから答えやすかったのではないかと考えられる。ただ、この問題と結びつけるかたちで前章の問題をなぜこたえられなかったのかという疑問は残る。

全体像の理解しやすさという回答とくらべると、比較しやすさについての回答率は四分の一の15%に低下している。低下の原因としては、他のデータとの比較という意味でより広い視野の中で考えなければ気が付きにくいことや、現実と比較してものごとを明らかに

するという経験が少ないことが原因である可能性もある。しかし、全体像を理解することと、他のデータとの比較は密接につながっている。なぜなら他の全体像と比較することによってはじめてあるひとつのことがらの全体像の個性的特徴が明らかになるからである。その意味では、むしろ「%」表示のメリットの重要性は他のデータとの比較可能性にあるといえる。そのことは指数表示の問題にも共通することであり、比較測定が科学の重要な基礎であるとする、「%」表示のメリットとして比較の容易さについてこたえられないということは、統計データについての認識としては不十分であるといえるだろう。そのことは、日本の教育において結果としての知識を記憶させていても、なぜその知識が必要なのかという理由や原因についての説明が不足していることと関係がある可能性がある。実際、なぜそれが必要なかを理解していないと、現実的には十分に利用できず、データを実際値で示す必要がある場合と、抽象化された%や指数で表す必要がある場合とを使い分けられないことになる。

次に、デメリットについての回答である。デメリットについての回答は、メリットについての回答よりもばらつきがあり、多様である。ただ、回答の中でもっとも多いのは「具体的な数字がわからなくなる。」という回答であり、17人で全体の42.5%を占めている。おそらくこの回答が最も具体的で気が付きやすいものであると考えられる。その回答以外はどれも抽象化に伴うデメリットについて書いているという意味では共通しているが、具体的な数字がわからなくなるという回答よりもより明確な回答になっている。いくつか回答例をあげる。

「一人しかいない場合でも2.1%とあると一人とは思えないような錯覚を引き起こす」

「%はアンケートの回答者の数が少なければあまり正確とは言えない。」

「アンケートの規模が違えば同じ%でも価値が違うと思う。」

これらの回答の中に含まれている問題は、比率についての推測統計学の問題でもあるという意味で重要なデメリットを指摘しているといえよう。

しかし、これらの回答は少数であり、全体としてはデメリットを明確にとらえているわけではない。ただ、メリットについての回答もデメリットについての回答も統計データの重要性を自覚するためのきっかけとなるものであるだけに、その回答率のレベルや回答内容のレベルは3・4年生の時点でも前章のような結果が出ることを教育によって変えることはそれほど困難ではないということの証拠になりうるだろう。

(3)経験的帰納法と演繹的推論についての調査

統計についての認識状況の調査として行った別の調査は、科学認識の方法についての調査である。統計データの重要性について知っているためには、経験的帰納法の限界について知っていることが必要であるので、経験的帰納法そのものを知っているかどうかは質問の中心的意図ではあるが、経験的帰納法とは対照的な方法である演繹的推論についても学

生達に同時に聞いている。したがって学生達への質問項目は、「経験的帰納法と演繹的推論について知っていることを書くこと。」となっている。調査を実施した授業は前章の場合と同じく、3・4年生向けの「フランス経済講義」の授業である。ただ、この調査のときの出席者が少なかったため、回答者の総数は36人にとどまっている。学年別の内訳は4年生が11人で、3年生が23人である。残り2人については不明である。

表 7

単位＝人	4 年生	3 年生	不 明	合 計
フランス語	7	20	0	27
ドイツ語	1	2	0	3
ロシア語	3	0	0	3
スワヒリ語	0	1	0	1
不 明	0	0	2	2
合 計	11	23	2	36

正解の回答を、帰納法のみ正解である場合と、演繹的推論のみ正解である場合と、それら両方について正解である場合、にわけて集計したものが次の表 8 である。

表 8

	4 年生	正解率	3 年生	正解率	合計正解率
経験的帰納法	4 人	37.0%	6 人	26.1%	27.8%
演繹的推論	3 人	28.0%	3 人	13.4%	16.7%
両 方	1 人	9.1%	4 人	17.4%	13.8%

学年別に分けたデータも示してあるが、学年別総回答数が相対的に少ないことから言って学年別の比較は信頼性が欠けている。ただ、3年生の演繹的推論についての正解率が低いことが特徴的であるが、他方両方の正解を書いている数がその分多いので、このこともそれほど重要な意味は持っていないと思われる。従って、データ上の意味が大きいのは合計でみたときの正解率であろう。

帰納法のみ知っている学生の割合は単純計算では 27.8%となっているが、標本数の少なさのため 95%の信頼区間は 13.2%から 42.4%と区間幅がこれまでのデータよりは大きく

なっているため、結論を出すのに十分なものではない。演繹的推論のみ知っている学生についての同じ基準の信頼区間は4.5%から28.9%となり、両方とも知っている学生のそれは、2.5%から25.1%となる。

これら二つの言葉がどちらかというとは抽象的であり、哲学や思想の領域で語られることが多いことを考えると、信頼区間の最小値をとっても多いと評価できるだろう。まして最大値であればなおそのようなとらえることが可能である。しかし、ある学生は、中学時代に習ったことを思い出す範囲で書いてみると断りながら次のような答えを書いている。

経験的帰納法

「個々の事象から一つの結論を導き出す方法」

演繹的推論

「まず結論（仮説）をたて、そこから各事象を推察する方法」

中学時代に習ったことが事実であるとすれば、良く覚えているともいえるし、また良く理解しているとも言えるだろう。その意味では用語としては難しいとしても、内容的には中学生にも理解できるという意味では簡単であり、今回の調査の全体についての集計結果が決して多いとはいえないことになる。

帰納法については、学生達が数学的帰納法を引用していることからみて、それが原因で帰納法の回答率を高めている可能性がある。高校の数学教科書には確かに数学的帰納法がでていますが、その説明にはいくつかの問題がある。ひとつは、帰納法に「数学的」という言葉がついているにもかかわらず、なぜ「数学的」なのか、他の帰納法としてはどのようなものがあるのかという説明が欠如していることである。これでは高校生は、ただ言葉を覚えるだけであり、数学的帰納法の数学的特徴を理解することもできないと思われる。もうひとつの問題は、帰納法が教科書に出ているにもかかわらず数学そのものを示す演繹的推論についての説明が欠如していることである。したがってその意味で、帰納法を科学の方法全体に位置づけて理解することも、数学などの学問の方法の最も重要な特徴も理解できない可能性がある。そのことは、数学にとっただけマイナスなのではない。なぜなら、近代経済学などの厳密な理論的学問も数学的方法と同じ演繹的推論によっているからであり、学問の方法としての特徴を自覚していることは、理論的学問というものの理解を助ける可能性があるからである。

本稿で問題にしている統計データとの関係で最も重要なことは、単純な経験的帰納法は科学的に全体像を認識する方法としては正しくないということ、その方法が正しくないからこそ、統計データや統計的方法が重要であるということである。すなわち、統計データの重要性を認識するための前提条件として、単純な経験的帰納法の限界についての認識が必要であることになる。ところが、単純な経験的帰納法という方法は、経験的帰納法という名前で呼ばなくても人間がもっとも自然なかたちで日常生活において用いている方法であるという仮説を立てることができる。自分の経験や入手した知識（間接的経験）の集合

から何らかの一般的、普遍的結論を出すということが、おそらく人間にとって最も自然な思考法である。その最も自然な方法が、科学的認識方法としては問題があり、統計的方法とは対立するのであるから、科学教育という面からいうと、自分の中にある経験的帰納法について批判的にとらえる視点を作りだすことが科学教育においては、最も重要な課題の一つになるだろう。批判的にとらえるためにはまず、自分の日常の思考法が経験的帰納法であるということを自覚していること、すなわち対象化していることが必要である。その意味で、経験的帰納法ということについて知っているかどうかということがまずは重要な問題となる。

科学的認識における日常の経験的帰納法が持っているマイナス面が重視されるならば重視されるほど、大学の上級生レベルにおいて、経験的帰納法について知らないということ、知っている人の割合が、多く見積もっても50%に達しないということは少ないといえることになるだろう。基準としては、大学生の90%以上が知っているという基準が必要であるだろう。

(4) 論証批判能力についての調査

統計データの重要性についての学生達の認識状況を知るために行った調査の最後のものは、本来であれば科学的な立場からは統計データを使わなければ結論として断定できないようなものを、統計データを使わずに断定しているような文章を学生達が読み、その文章の結論の証明の仕方の問題点をみつけるという調査である。フランスの社会や経済や文化について研究者が書いている文章の中には、統計データを使っていないだけではなく、まったく根拠を示さずに結論を出しているものがある。しかし、そのような文章よりも統計データの重要性との関係をより具体的に示しやすいとともに、統計学との関係で重要な意味を持っているのは、自分の経験で出会ったいくつかの例をもとに一般的結論を出して断定しているような文章の場合である。

そのような文章の例は、フランスに関係する書物のみではなく、より広範囲にみられるものであり、そのことは、前章で触れたように経験的帰納法に基づく思考法というものがある人間にとってより自然な思考法であることを示しているともいえよう。

たとえば、ある国を旅行したり、そこで生活した経験にもとづいてその国の文化の紹介などを試みている文章にはほとんどの場合そのような思考法に基づく事実認識が出てくる。自分がフランスで旅行したときに会ったフランス人は、人間関係があっさりしていてどちらかといえば冷たい感じがしたという経験に基づいて、それを根拠に「フランス人は個人主義的である。」とか「フランス人と深い人間関係は作りにくい。」という結論を出しているような場合である。その国を旅行したときに外国人労働者と何回か出会ったから、その国には外国人労働者が多いという結論を出すのも同じである。

そのようなケースにおいては、「私の経験で出会ったフランス人は」と書けば科学的認識（現実認識）としては全く問題が無いが、一般化し、全体についての認識として書けばそれは間違いである。なぜなら自分が経験した部分集合に偏りが無い保証はないからである。

別の言い方をすれば、その問題は母集団と標本数との関係の問題であり、データの信頼区間の問題である。出会ったフランス人が少なければ少ないほど、信頼区間の幅は大きくなるため個人主義と集団主義のどちらか判断できないような信頼区間の幅になりうるだろう。また、統計的推定の範囲外の例外的かたよりが含まれている場合も否定できない。

一般読者向けの書物にそのような間違ったとらえかたが出てくるだけではなく、より専門的な書物においてもそのような文章が出てくる場合がある。今回調査のために使った文章はある研究者がフランス経済について書いている文章である。その書物自体はフランス経済に関する数少ない書物として貴重なものであるが、ただ部分的には科学的立場からみると問題がある。たとえば、フランスで自分が経験した二つのフランス商品の欠陥を例にあげて、フランス商品さらにはヨーロッパ商品の品質の悪さと逆に日本商品の品質の良さを一般的に結論づけ断定しているところがある。今回の調査で用いたのは授業が「フランス経済講義」であることもあってその部分が含まれている文章である。

質問は「その文章に含まれている重要な問題点を指摘すること。」であった。調査の結果は次の表9のようになる。

表 9

	解答者人数	正解人数	%	95%信頼区間
4年生	15人	1人	6.7	—
3年生	32人	4人	12.5	1.0%～24.0%
不明	3人	0人	0.0	—
合計	50人	5人	10.0	1.7%～18.3%

これまでの調査と比べると正解率がより低くなっている。4年生については回答者数が少ないので判断材料からはずし3年生についてのみみると、正解率の単純計算が12.5%であり、信頼区間の最大値でみても25%に達していない。4年生も含めた全体でみると正解率は更に下がることになる。正解した学生以外は、問題に気がつかなかったか、気が付いても重視しなかったことになる。問題に気がつかなかった場合には、著者の論証をそのまま信じ、加えて受験勉強のパターンから抜け出していない学生の場合には、その文章をそのまま記憶するだろう。また、卒論を書くために参考文献としてこの文章を読んだ学生の場合には、そのまま自分の卒論に使用する可能性がある。

この文章を読んで、統計学的な視点からの問題について気が付くまでは至らなくても、すくなくとも次のような回答ができることは、大学生の科学的知性としては必要であるだろう。

「著者はほんのいくつかの例を挙げて日本の品質にかなうヨーロッパ製品が少ないことは間違いないと述べているが、いくつかの例だけを基にして結論に結びつけるのはおかしい。」
4年生 J. H.

「日本の商品を欧米のものに比べて良いといっているが、一部のものだけを見て決めつけているように思われる。なぜなら、日本の商品でも壊れやすいものはあるからである。」
3年生 M. M.

これらの回答ができるのであれば、そこから推測統計学という方法の重要性を認識したり、そういう方法に興味を持つのは簡単であるだろう。

正解率の低さからわかるように、前章で触れたようなより抽象的な問題についても、十分な認識をもってないだけではなく、より具体的で現実的な問題についても、経験的帰納法が持つ問題点を十分には認識していないといえよう。そのことは学生達自身の論証力や論理力の低さをももたらしめている可能性がある。というのは、一般的な結論を出すためにいくつかの例をだして論証するという方法は間違っているにもかかわらず容易であるから、その問題点に学生達が気付いていなければ同じような論証を正しいものとして使う可能性があるからである。たとえば、数人のネイティブ・スピーカーの語法についての見解から一般則を引き出すようなことである。そしてそのような数個の例による論証が可能であると信じているのであれば、統計データを集めることも、統計的方法を学ぶことも必要なくなるであろう。その意味で自分の限られた経験から一般的、普遍的結論を出すことの危険性の自覚は、同時に統計データや統計的方法の重要性の自覚と密接な関係があるといえるだろう。従って、この調査における正解率の低さは、学生達における統計データの重要性についての認識の低さを間接的に示すものであるといえる。

結論

これまでみてきた4つの調査からあきらかになることは、学生達の統計データや統計的方法の重要性についての認識のレベルの低さである。大学が学問・科学の研究教育を目的とする組織であることを考えると、3・4年生になっても正解率が50%以下であるということは、やはりレベルの低さとして位置付けざるをえないと思われる。

そのようなレベルの低さの直接的原因としては、三つのものが考えられる。一つは高校までの教育において、統計データや統計的方法がなぜ重要であるかということが学生に納得のゆくかたちで教えられていない可能性である。二番目の原因は、大学入学後もそれらが教えられていないことである。調査結果では、3・4年生になるほど認識のレベルが上がっているが、しかし、それでも十分なものではないといえよう。特に、調査した授業が社会科学系の授業であり、社会科学への志向性が比較的強い学生であることを考慮すると、なおそのように言えよう。最後の原因は、日常生活を含む日本の文化の中に、統計データや統計的方法の重要性についての認識が少ない可能性があることである。たとえ

ば、前章でみたような、個人の経験をもとに一般的結論を出すことが間違いであることを批判するような考え方が日本的思考法や文化の中には無い可能性がある。だからこそ、教育の中で教えることが重要であるという意味では、原因は前の二つに絞られるといえる。

他方、調査結果が示すような事実がもたらしうる結果についても、いくつかのことが考えられる。大学教育上の問題としてもっとも確認しやすいことは卒業論文の内容である。たとえば、統計データや統計的方法についての認識レベルが低い学生の場合には、大学教育の最終的な段階である卒業論文において統計データに裏づけられていないとともに、演繹的推論によっても支えられていないフィクションに近い巨大な話を科学的認識として疑わず書くことになる。そしてそのような認識のあり方と宗教的世界認識とはそれほどの違いがない可能性もあり、そのことは、オウム真理教の高等学歴信仰者の問題とも関係する可能性があるだろう。

より学問的な問題としては、統計データや統計的方法の重要性の認識は、大学審議会答申で今後の高等教育の課題として示されてきた独創性や創造性の開発育成の問題と密接に関係する。これまでの日本の教育が行ってきたように、欧米の科学的知識を覚えそれを利用するという方法を重視する場合には、統計データや統計的方法というのは二次的である。重要であるのは統計データや統計的方法を用いて最終的に導き出された、結論としての知識の方である。しかし、現在、および今後の日本の教育に求められている日本人自身が新しい知識を作り出していくことができる能力の開発のためには、実験データを含む現実についての確かな統計データに基づいて独創的な仮説を作りあげていく能力が不可欠となると考えられる。そのような意味で、科学的独創性や科学的創造性の開発育成を重要な課題とする場合には、統計データの重要性や統計的方法についての教育は最も基礎的な教育として位置付けるべきであるという事実関係になる。もちろん、芸術的独創性や創造性については統計データや統計的方法は逆にマイナスに働く場合があるから、問題は科学的独創性や科学的創造性に関係する場合に限定される。

大学審議会の答申において使われている「課題探求能力」ということに関係付けるならば、統計データは課題を証明する側面を持っているとともに、逆に課題を示すものであるという側面を持っているといえるだろう。

大学審議会の答申の中で触れられている別の課題は、学問や科学を現実の人生と結び付けていくことである。この課題は、先の独創性や創造性の開発育成という課題を達成するための基礎課題と考えられる。というのは、知識の世界だけから独創的研究を達成するには限界がある可能性があるからである。とくにその研究がこれまでの知識の世界から距離があるような革新的なものであるほど、知識の世界の内部からの延長や類推では見つけ出しにくい可能性があり、逆に現実そのものから見つけ出さなければならなくなる可能性がある。現実を起点とした現実と学問・科学の関係から考えた場合、統計データというのは学問・科学の内容と感覚では認識することのできない全体的現実をつなげるただ一つの経路であるといえるだろう。ということは、現実の世界そのものからしか作り出せない独創的研究において、理論や仮説の証明のために集められたものではない素材的な統計データ

が、より重要な役割を果たす可能性があるということにはかならない。

最後に外国語大学の学生のような外国の文化を理解することが必要な人間にとって、統計データや統計的方法の重要性についての無自覚が何をもたらしうるかについて考えておく。もたらされる結果として考えられることは、その国の社会や文化への偏見である。たとえば、ある国を旅行したときにいくつかの事実に出会った場合、それが自分の経験にすぎないと限定する場合には偏見とはなりにくいが、その自分の経験を、一般的で全体にかかわるような結論の根拠にした場合には、その考えは、かたよりのある部分的認識を全体に拡大したという意味で、事実を正確にとらえていない偏見である。さらにそのいくつかの事実について否定的な見解を伴っている場合には、価値観が含まれているのだから、その国への社会的差別や文化的差別となる。同じことはその国の社会や文化に対する逆差別や賛美・崇拝についてもいえるであろう。ただしそれらの差別の是非については科学的問題ではない。

従って、外国語大学などの学生の場合、その国の社会や文化を正確に、偏見無く、学問や科学にふさわしいかたちで客観的に理解するためにこそ、統計データや統計的方法の重要性についての認識が不可欠であるといえることになる。

以上みてきたように、統計データや統計的方法の重要性についての認識の欠如が科学や学問にもたらす結果や、統計データや統計的方法の基礎的重要性から考えると、今回のような調査において正解率が少なくとも75%以上に上がる必要があるという仮説を立てることも間違っていないと考えられる。そうであるとする、たとえば最初の調査の3・4年生の正解率の26.5%との間の差の48.5ポイントが、高校までの教育と大学における教育が果たすべき科学教育の最小課題を示していることになる。それ以外のより低い正解率を基準にとるとさらに大きな課題を科学教育は果たさねばならないことになるだろう。

（2003. 6. 30 受理）